



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : 0 595 764 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer : 93810658.0

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : F04C 13/00, F04C 15/02

(22) Anmeldetag : 20.09.93

(30) Priorität : 29.10.92 CH 3379/92

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
04.05.94 Patentblatt 94/18

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder : Sulzer Chemtech AG  
Hegifeldstrasse 10, Postfach 65  
CH-8404 Winterthur (CH)

(72) Erfinder : Streiff, Felix  
Jonas Furrer-Strasse 42  
CH-8400 Winterthur (CH)

(74) Vertreter : Heubeck, Bernhard  
c/o Sulzer Management AG KS/Patente/0007  
CH-8401 Winterthur (CH)

### (54) Zahnradpumpe.

(57) Die Zahnradpumpe eignet sich insbesondere zum Austrag hochviskoser Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck. Sie umfasst ein Zahnradpaar (2) und ein Einlauf- sowie ein Auslaufbereich in einem Gehäuse. Der Einlauf (4) weist eine Erweiterung (10) auf, die mindestens bis zur Ebene (11) der Zahnradachsen (12) reicht, wobei die Länge R dieser Erweiterung parallel zur Ebene der Zahnradachsen und senkrecht zu den Zahnradachsen grösser ist als die Länge D des Zahnradpaars. Erfindungsgemäss weist die Erweiterung (10) bei den Zahnrädern (2) in Richtung der Zahnradachsen (12) eine Breite C auf, welche grösser als die Zahnbreite T ist.

Fig. 1b

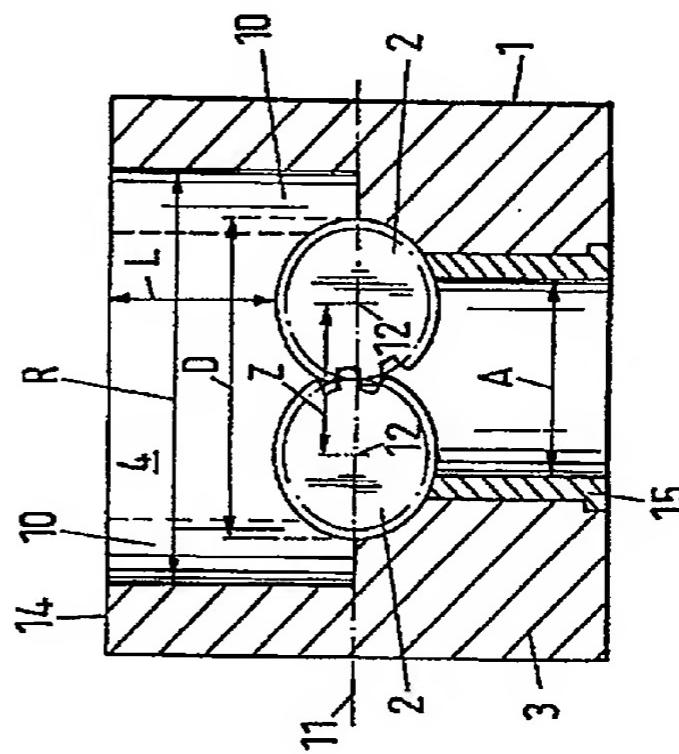
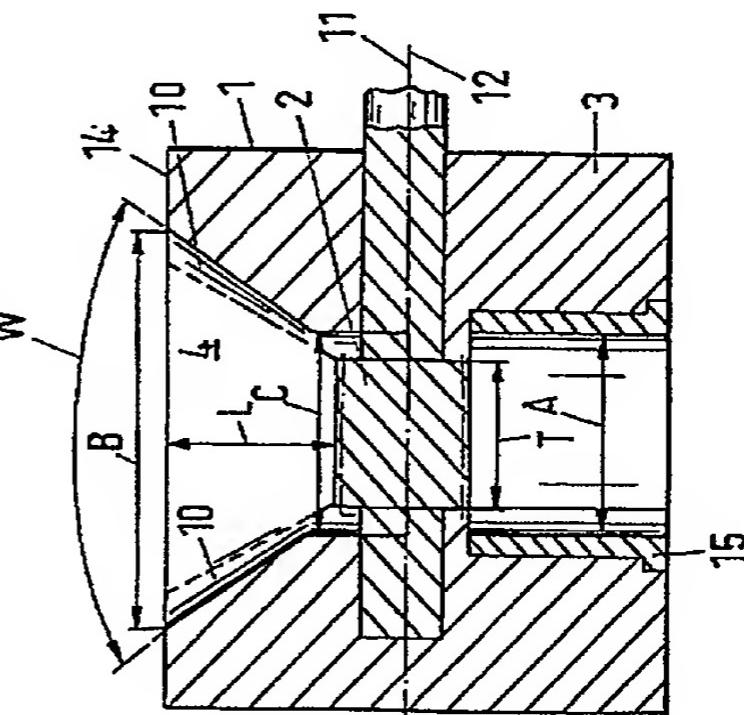


Fig. 1a



Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung bezieht sich weiter auf Pumpenanlagen mit einer solchen Zahnradpumpe sowie auf die Verwendung der Zahnradpumpe, insbesondere zum Austrag hochviskoser Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck.

Beim Austragen hochviskoser Medien aus Vakuum bzw. aus einem niedrigen Druckbereich gegen einen hohen Förderdruck wird die Pumpleistung bisheriger Zahnradpumpen durch Sieden bzw. Gasbildung im Medium und in der Folge durch Kavitation in der Zahnradpumpe sehr stark eingeschränkt. Um Gasbildung und Kavitation zu vermeiden, muss entsprechend der Zulaufdruck durch eine entsprechend hohe Zulaufhöhe, d.h. durch den statischen Druck der darüberliegenden Flüssigkeitssäule des Mediums erzeugt werden. Kavitation in der Pumpe muss unbedingt vermieden werden, denn dies lässt nicht nur die Förderleistung zusammenbrechen, es bewirkt überdies auch Schäden in der Pumpe selber. Um gute Pumpleistungen zu erreichen, wurde bei bisherigen Zahnradpumpen der Einlaufbereich so ausgeführt, dass das Medium direkt auf die Zahnräder geführt wird. Aus der US-PS 4.137.023 ist eine derartige Pumpe bekannt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Pumpe zu schaffen, welche wesentlich höhere Leistungen als bisherige Pumpen zulässt und insbesondere auch den sicheren Austrag hochviskoser Medien mit darin enthaltenen flüchtigen Komponenten aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck von 100 bis 250 bar mit sehr geringer Zulaufhöhe ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mittels einer Pumpe nach Anspruch 1. In der erfindungsgemäßen Pumpe wird eine Erweiterung des Einlaufquerschnitts über die rechteckige Querschnittsfläche der Zahnräder hinaus derart eingeführt, dass der Einlaufquerschnitt bei den Zahnrädern in Richtung der Zahnräder breiter als die Zahnräder ist. Dadurch können günstigere Zuströmungsbedingungen geschaffen und damit statt eines Druckabfalls im Einlaufbereich im Gegenteil sogar noch eine leichte Druckerhöhung, infolge des statischen Flüssigkeitsdrucks des Mediums, im Einlaufbereich erreicht werden.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung. Um besonders gute Pumpeneigenschaften zu erreichen, kann die Erweiterung im Einlauf bis zur Ebene der Zahnräderachsen hinein reichen, und es kann die Länge R der Erweiterung mindestens 10 % grösser sein als die Länge D des Zahnräderpaars. Die Erweiterung des Einlaufbereichs kann bei den Zahnrädern eine Breite C aufweisen, welche grösser ist als die Zahnbreite T, beispielsweise um mindestens 10 %. Günstige Einlaufgeometrien können weiter erreicht werden durch ein Verhältnis von Einlaufdurchmesser B zu Einlauftiefe L von mindestens 2 und durch ein Verhältnis von Erweiterungslänge R zu Einlauftiefe L, welches grösser ist als 1,85. Ein trichterförmiger Einlaufbereich kann mit Vorteil einen Öffnungswinkel W von mindestens 55° aufweisen. Mit einem Verhältnis von Breite T zu Achsabstand Z der Zahnräder zwischen 0,9 und 1,3 kann eine günstige Zahngometrie realisiert werden und mit einem Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 der Querschnittsfläche FA zwischen 0,9 und 1,1 kann eine besonders gut abgestimmte Auslaufgeometrie erreicht werden, wobei FA definiert ist durch: Zahnbreite T x Achsabstand Z. Eine kostengünstige Modulbauweise mit erfindungsgemäßen Pumpen ist möglich, indem im gleichen Gehäuse z.B. verschiedene Zahngrößen mit angepasstem Einlaufbereich und Auslaufdurchmesser eingesetzt werden. Dazu kann der Auslaufdurchmesser A durch eine Einsatzbüchse passend eingestellt werden. Eine besonders leistungsfähige Pump- und Mischanlage wird gebildet mit einer erfindungsgemäßen Zahnradpumpe kombiniert mit einem nachgeschalteten statischen Mischeinlement. Und eine einfache und effiziente Pump- und Entgasungsanlage wird mit einer erfindungsgemäßen Zahnradpumpe kombiniert mit einer Entgasungskammer gebildet, zum Austrag von hochviskosen Medien aus der Entgasungskammer mit hohem Förderdruck.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen und Figuren weiter erläutert. Es zeigt:  
 Fig.1a,1b,2 eine erfindungsgemäße Zahnradpumpe in drei Ansichten mit einer Einlauferweiterung,  
 Fig.3,4 Beispiele von Querschnittsflächen von Einlauferweiterungen,  
 Fig.5,6 Beispiele für den Verlauf von Einlauferweiterungen bis zur Ebene der Zahnräderachsen,  
 Fig.7 den Druckverlauf im Einlaufbereich für eine bisherige und eine erfindungsgemäße Zahnradpumpe,  
 Fig.8 eine Anlage zum Pumpen, Mischen und Entgasen mit einer Entgasungskammer und einem statischen Mischer.

Die erfindungsgemäße Zahnradpumpe 1 weist nach Fig.1 einen Einlauf 4, einen Auslauf 6 und ein Zahnräderpaar 2 in einem Gehäuse 3 auf. Der Einlauf 4 weist eine Erweiterung 10 auf, welche bis auf die Ebene 11 der Zahnräderachsen 12 hinabreicht. In Fig.1c ist die Querschnittsfläche FZ der Zahnräder 2 dargestellt, in Form eines Rechtecks D x T mit Länge D und Breite T des Zahnräderpaars. Die Erweiterung 10 mit Querschnittsfläche FE weist eine Länge R und eine Breite C auf. Die Form der Erweiterung ist gebildet aus trichter- oder kegelförmigen und ebenen Begrenzungsflächen. Der trichterförmige Teil des Einlaufs weist einen Öffnungswinkel W auf, mit einem Einlaufdurchmesser D in der oberen Flanschebene 14. In allen Fällen ist gemäss Anspruch 1 die Querschnittsfläche FE der Erweiterung (im Bereich der Zahnräderachsen) grösser als jene der Zahnräder FZ und die Diagonale D3 der Zahnräderquerschnittsfläche FZ ist immer kleiner als der Einlaufdurchmesser B.

Wobei in diesem Beispiel 1 sowohl die Länge R als auch die Breite C der Erweiterung FE grösser ist als die entsprechende Länge D und die Breite T der Zahnradquerschnittsfläche FZ.

Weitere Beispiele von Querschnittsflächen FE zeigen die Fig.3 und 4. Die Querschnittsfläche 32 in Fig.3 ist ebenfalls rechteckförmig wie die Zahnradquerschnittsfläche FZ. Die Querschnittsfläche 33 von Fig.4 zeigt als weiteres vorteilhaftes Beispiel eine gerundete, sichelförmige Erweiterung 33 im Bereich der aussenliegenden Zähne des Zahnradpaars 2. In Fig.4 ist auch die Querschnittsfläche FA dargestellt, welche gebildet ist durch Achsabstand Z und Zahnbreite T. Der Auslaufdurchmesser A sollte dann im wesentlichen der Diagonalen D4 dieser Querschnittsfläche FA entsprechen. Das Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 liegt vorzugsweise im Bereich 0,9 bis 1,1. Mit wählbaren Einsatzbüchsen 15 (Fig.1a,b) und mit Variation der Zahnbreite T und Anpassung der Einlauferweiterung 10 können mehrere Leistungsgrößen der Zahnradpumpe im gleichen Gehäuse 2 auf einfache und kostengünstige Art realisiert werden.

Die Fig.5 und 6 zeigen weitere Beispiele für den vertikalen Verlauf der Erweiterung 10. In Fig.5 läuft die Erweiterung 10 zuerst senkrecht nach unten und biegt dann mit einer Rundung 34 in die Achsebene 11 ein. In Fig.6 verjüngt sich die Erweiterung 10, begrenzt durch die abgesetzt schrägen Ebenen 35, bis zur Achsebene 11.

Die Fig.7 zeigt für eine bisherige - Kurve 28 - und eine erfindungsgemäße Zahnradpumpe - Kurve 29 - den Druckverlauf im Einlaufbereich (bei gleicher Fördermenge und gleicher Produktviskosität). Hier ist aufgetragen, wie der Druck P, ausgehend von einem Referenzdruck 0 beim Einlaufflansch 14, in Funktion der Tiefe H bis zu den Zahnradern verläuft. Während bei bisherigen Pumpen gemäß Kurve 28 bis zur Tiefe L ein Druckabfall DP1 von z.B. 10 mbar auftritt, ist bei der erfindungsgemässen Pumpe nach Kurve 29 sogar eine leichte Druckerhöhung DP2 von z.B. 7 mbar möglich. Die Verbesserung besteht also in einer ganz wesentlichen Druckdifferenz  $DP = DP1 + DP2$  von z.B. 17 mbar. Dies bedeutet, dass eine dieser Differenz entsprechend geringere Füllhöhe NPSH (nach Fig.8) erforderlich ist, um Kavitation in der Pumpe zu vermeiden. Fig.8 zeigt eine Anlage zum Pumpen, Mischen und Entgasen von Polymerschmelzen, z.B. von PE, PS oder PMMA mit einem Eingang 21, einer Entgasungskammer 25, einer erfindungsgemässen Pumpe 1, welche in ein statisches Mischelement 20 fördert und mit einem Ausgang 24. Ueber einen Brüdenabzug 22 werden Lösungsmittel und Monomere aus der Entgasungskammer 25 abgezogen. Ueber einen weiteren Zugang 26 können eingangs des Mischers 20 z.B. Additive zugeführt werden. Mit der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bzw. mit einer Anlage nach Fig.8 kann vor allem auch die immer wichtigere Hochentgasung in der Kunststoffaufbereitung mit dem relativ einfachen statischen Entgasungsverfahren wirtschaftlich ausgeführt werden.

### Patentansprüche

- 35 1. Zahnradpumpe, insbesondere zum Austrag hochviskoser Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck, mit einem Zahnradpaar (2) und einem Einlauf- sowie einem Auslaufbereich in einem Gehäuse, wobei der Einlauf (4) eine Erweiterung (10) aufweist, die mindestens bis zur Ebene (11) der Zahnradachsen (12) reicht, die Länge R dieser Erweiterung parallel zur Ebene der Zahnradachsen und senkrecht zu den Zahnradachsen grösser ist als die Länge D des Zahnradpaars,
- 40 dadurch gekennzeichnet, dass die Erweiterung (10) bei den Zahnradern (2) in Richtung der Zahnradachsen (12) eine Breite C aufweist, welche grösser als die Zahnbreite T ist.
2. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Einlaufbereichs in Fließrichtung abnimmt, wobei der Durchmesser (B) am Eingang des Einlaufs grösser ist als die Diagonale (D3) der rechteckigen Querschnittsfläche (FZ) der Zahnräder.
- 45 3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge R der Erweiterung (10) mindestens 10 % grösser ist als die Länge D des Zahnradpaars.
4. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaufbreite C mindestens 10 % grösser ist als die Zahnbreite T.
5. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Einlaufdurchmesser (B) zu Einlauftiefe (L) mindestens 2 beträgt.
- 50 6. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Erweiterungslänge (R) zu Einlauftiefe (L) grösser ist als 1,85.
7. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen trichterförmigen Einlaufbereich (4) mit einem Öffnungswinkel (W) des Trichters von mindestens 55°.
- 55 8. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Breite (T) zu Achsabstand (Z) der Zahnräder (2) zwischen 0,9 und 1,3 liegt.
9. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 der Querschnittsfläche FA zwischen 0,9 und 1,1 liegt, wobei

die Querschnittsfläche FA durch die Zahnbreite T und den Achsabstand Z definiert ist.

**10.** Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslaufdurchmesser A durch eine Einsatzbüchse (15) bestimmt ist.

**11** Pump- und Mischanlage mit einer Zahnradpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welcher ein statisches Mischelement (20) nachgeschaltet ist.

**12.** Pump- und Entgasungsanlage mit einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zum Austrag von hochviskosen Medien aus einer Entgasungskammer (25) mit hohem Förderdruck.

**13.** Verwendung einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zum Austrag von hochviskosen Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck.

**14.** Verwendung einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Förderung und Entgasung von Polymerschmelzen, beispielsweise von PE, PS, PMMA, aus einer Entgasungskammer (25) in ein statisches Mischelement (20).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1a

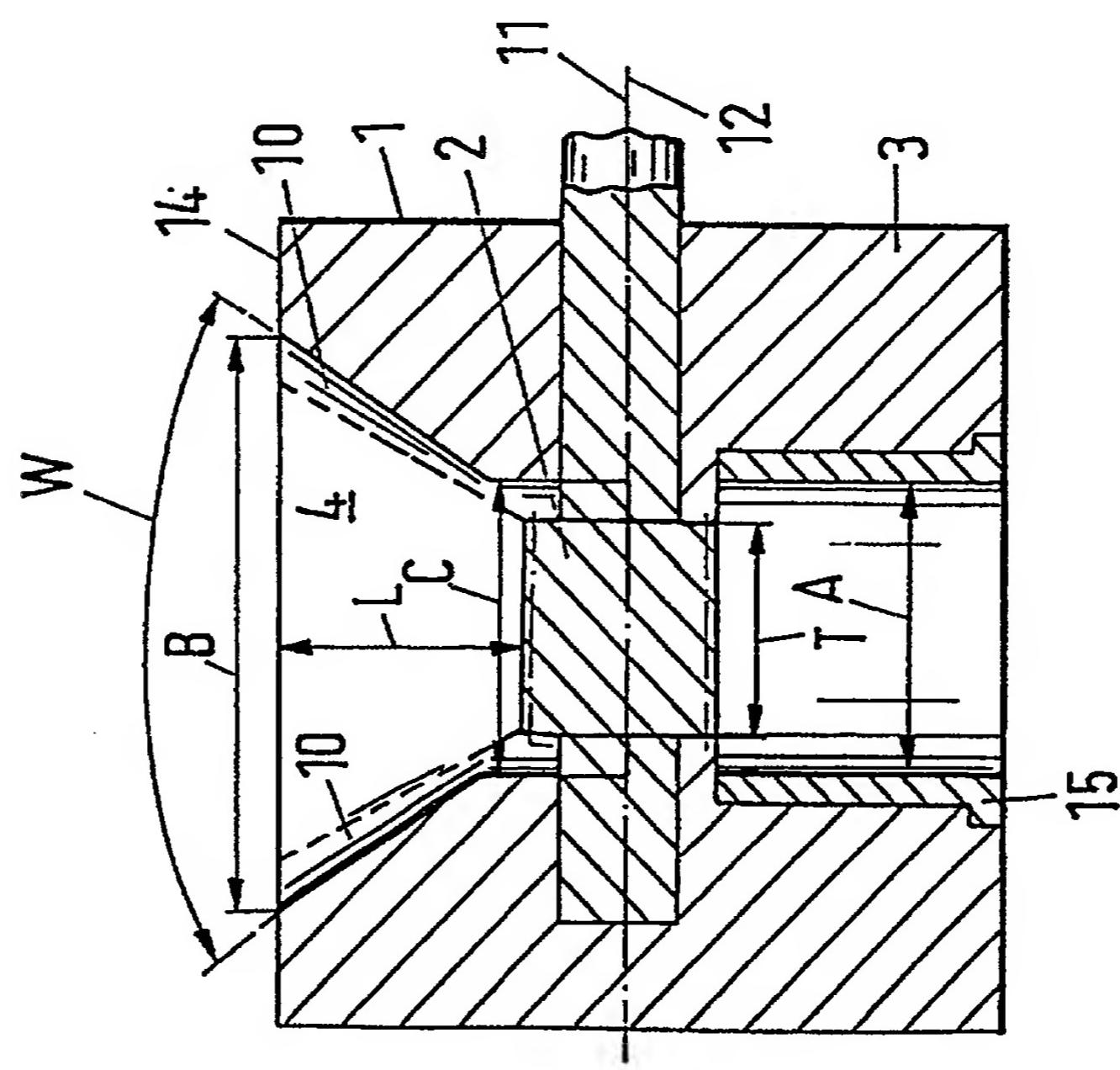


Fig. 1b

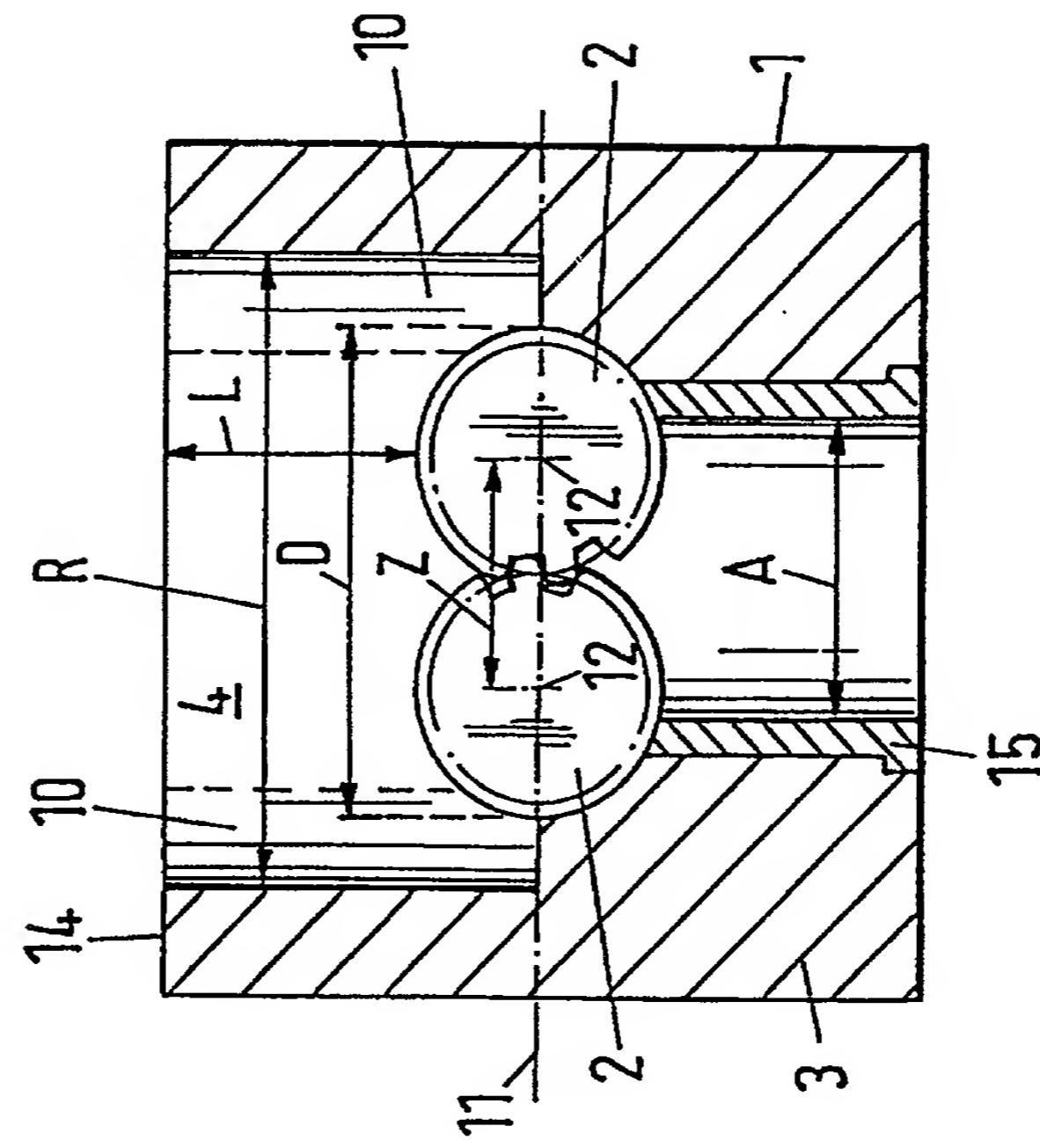


Fig. 8

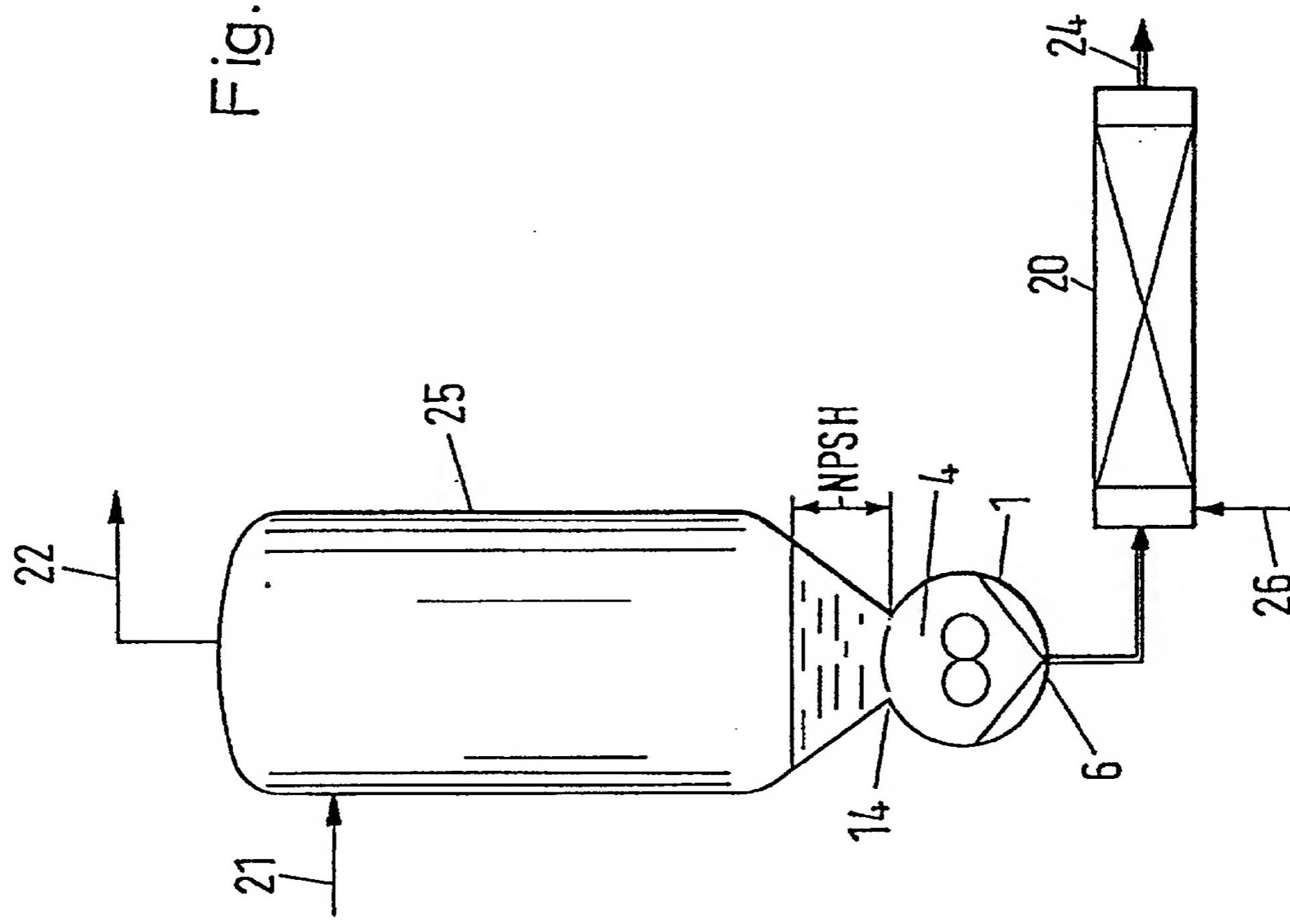


Fig. 2

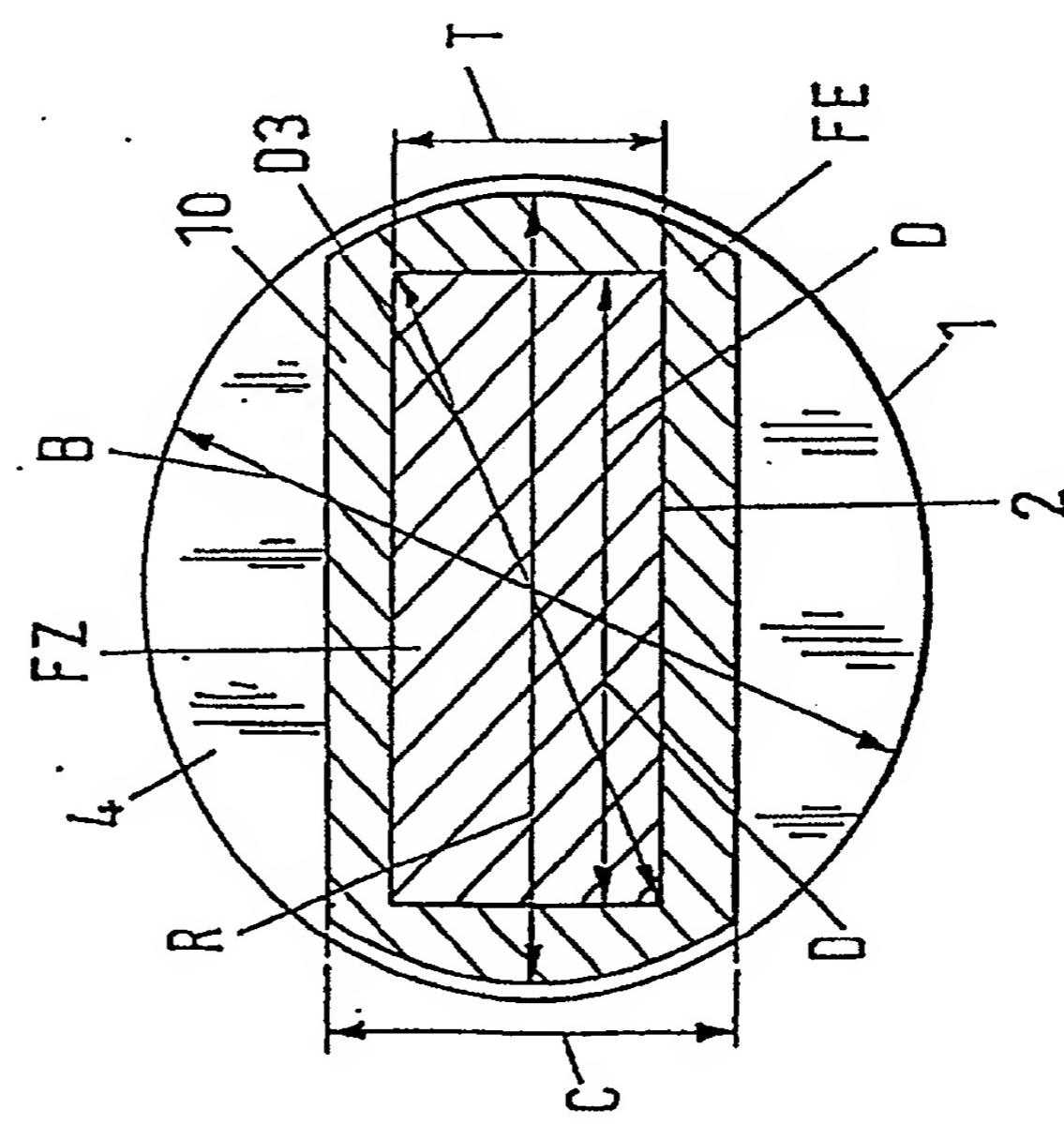


Fig. 3      Fig. 4

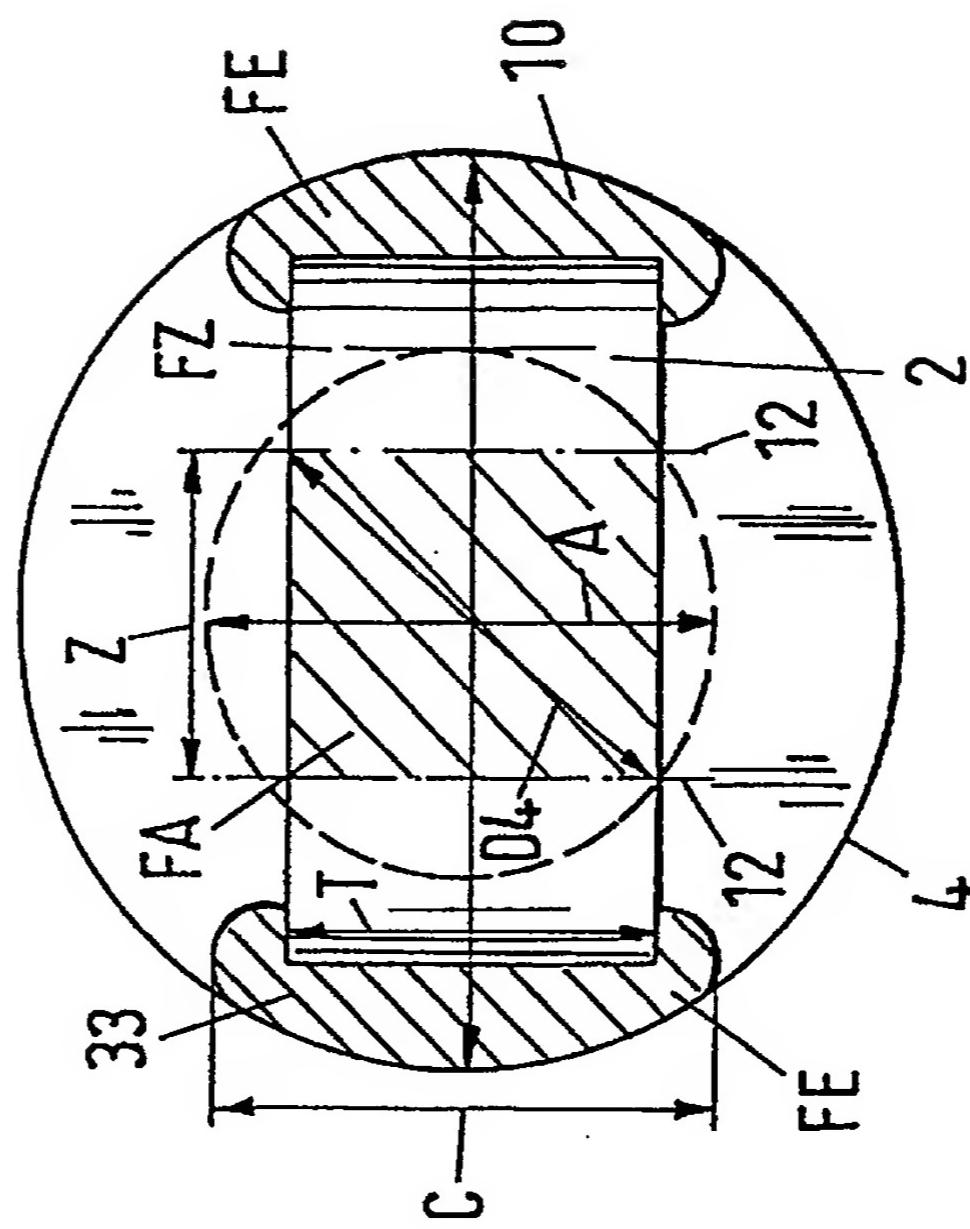
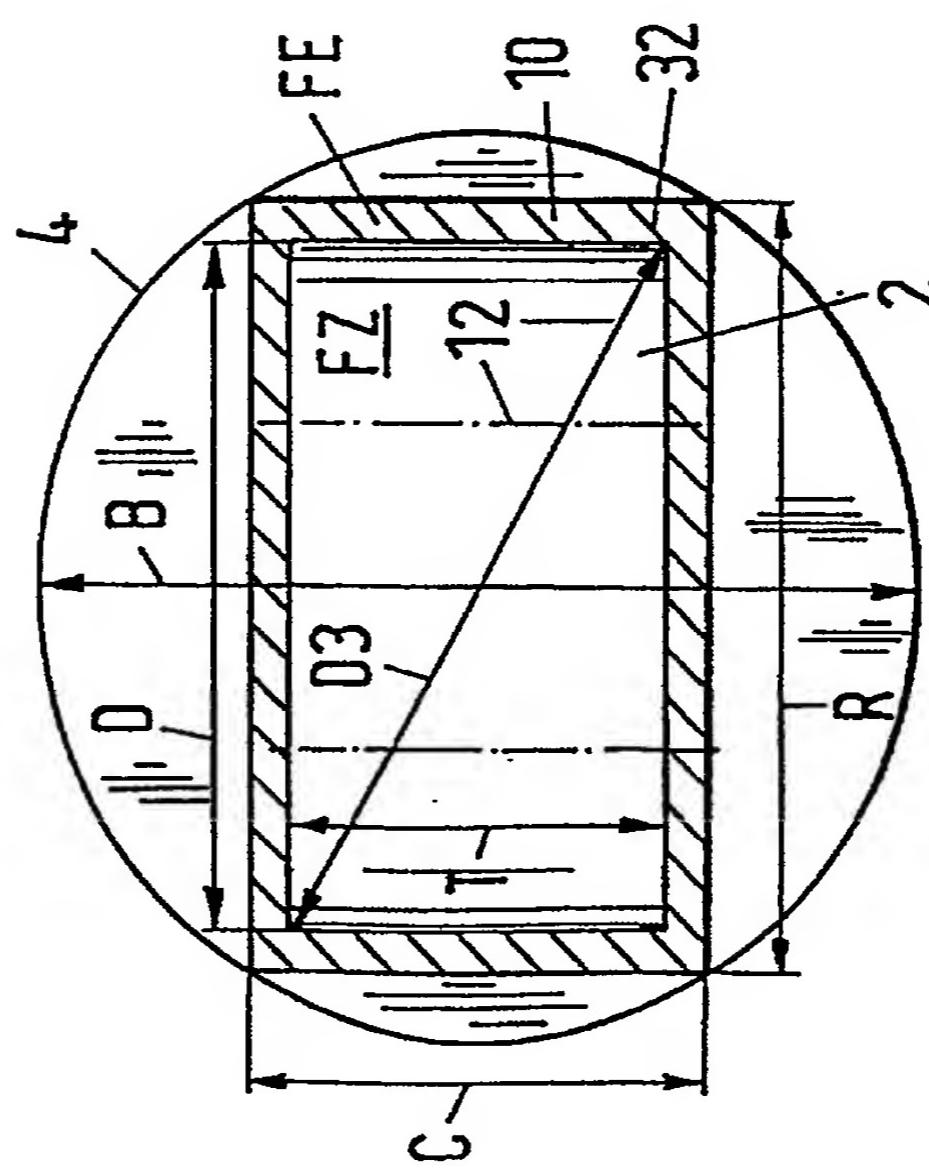


Fig. 5

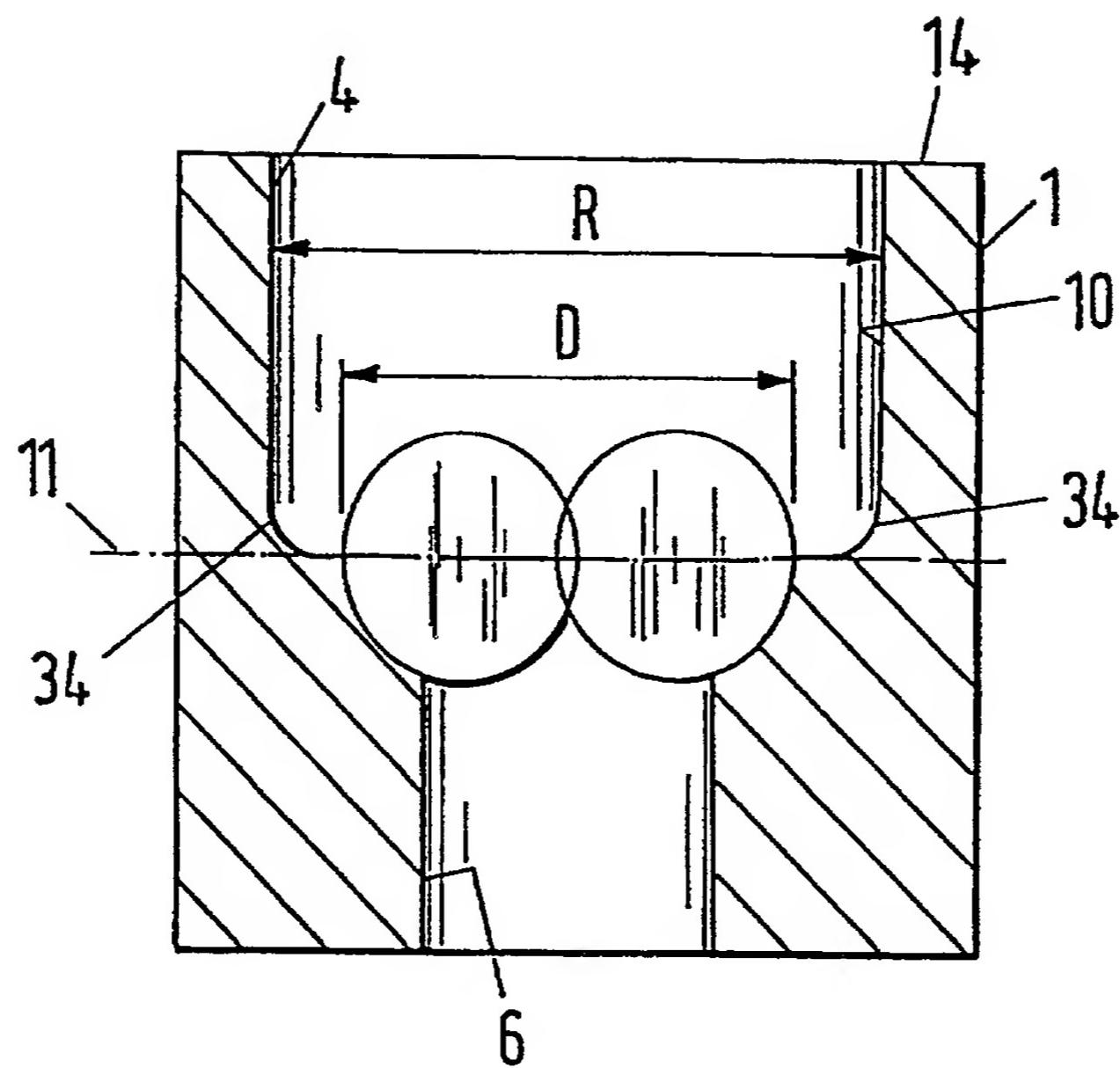


Fig. 6

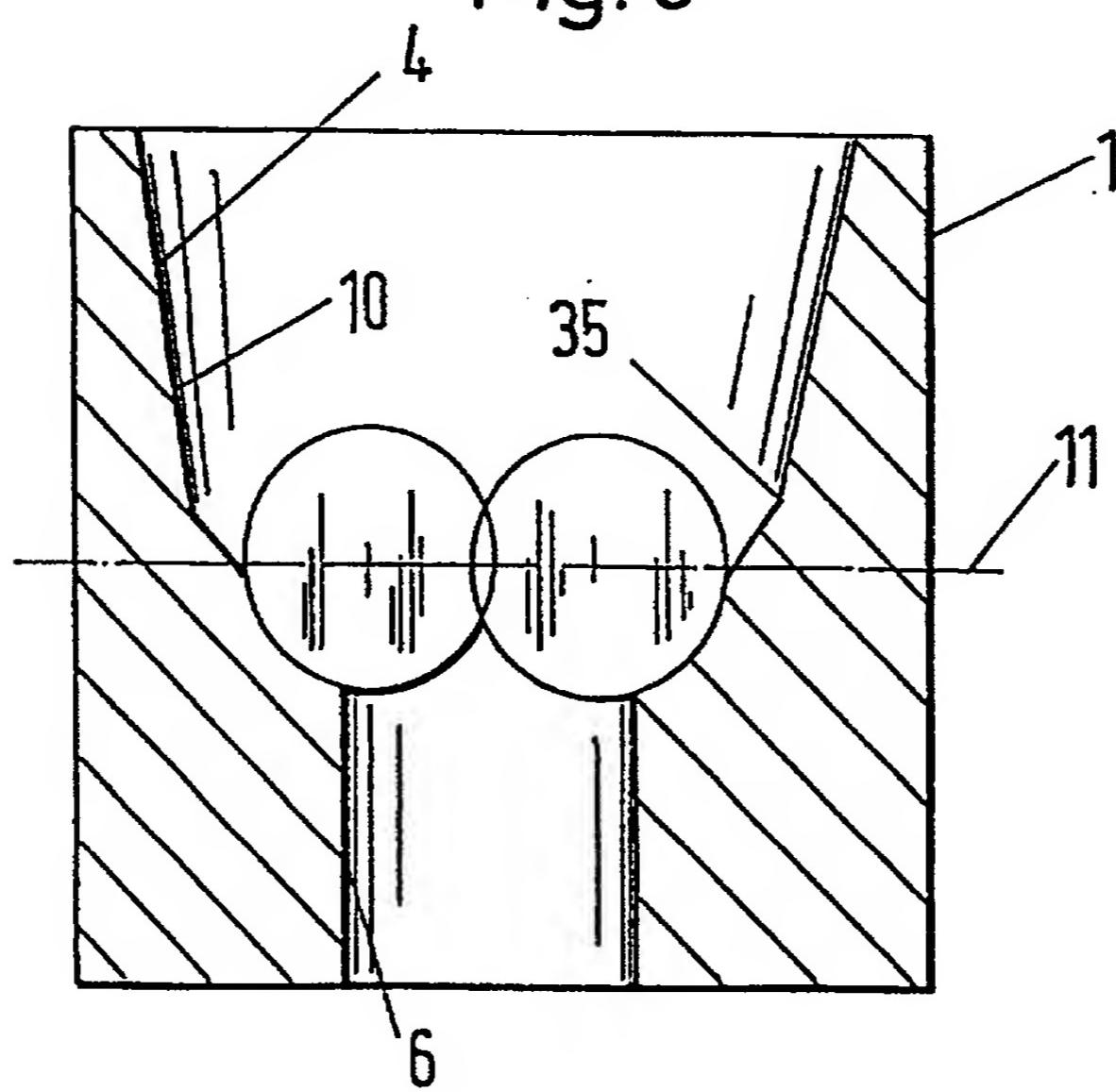
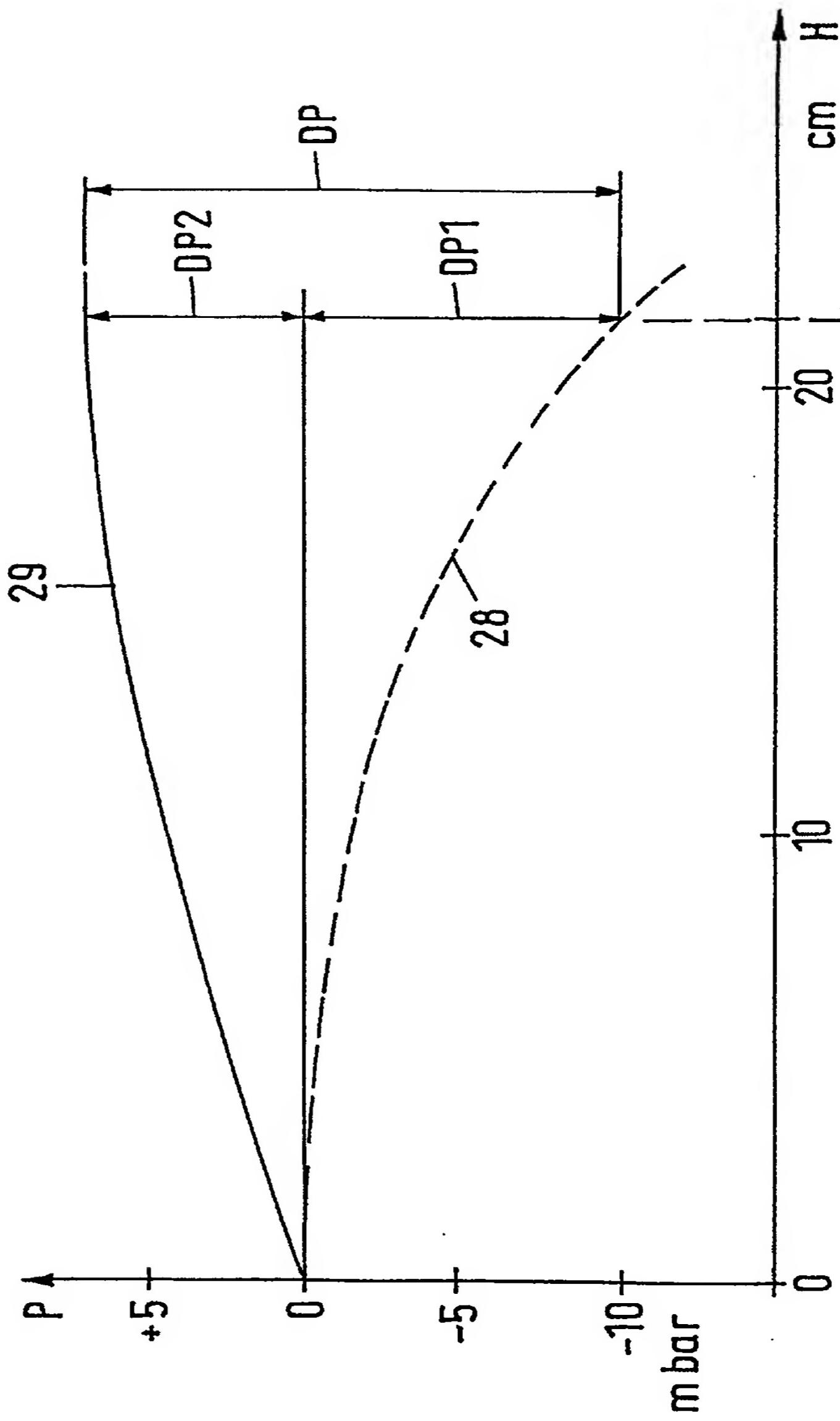


Fig. 7





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 93 81 0658

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CLS)						
X A	EP-A-0 189 670 (HEPWORTH PLASTICS LTD.) * das ganze Dokument * ---	1 2,3	F04C13/00 F04C15/02						
D,A	US-A-4 137 023 (MOKED ET AL.) * das ganze Dokument * ---	1							
A	US-A-2 531 726 (DURDIN) * das ganze Dokument * -----	1							
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CLS)									
F04C									
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Rechercheort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>18. Januar 1994</td> <td>DIMITROULAS, P</td> </tr> </table>				Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	18. Januar 1994	DIMITROULAS, P
Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	18. Januar 1994	DIMITROULAS, P							
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument							